心理科学进展　2018, Vol. 26, No. 4, 614–624
Advances in Psychological Science　DOI: 10.3724/SP.J.1042.2018.00614

·研究前沿(Regular Articles)·

时序知觉影响因素与思考*

潘　莉　黄希庭
(西南大学心理学部, 重庆　400715)

摘　要　时序知觉是在几十毫秒到几百毫秒内, 对事件的同时性、非同时性和顺序性的知觉。对时序知觉的影响因素的探索可分为自下而上和自上而下两种研究取向。自下而上的研究探讨刺激的物理特征、被试的生物学特征, 以及实验方法对时序知觉的影响。而自上而下的研究探讨因果信念、情绪、文化对时序知觉的影响。今后的研究还应结合行为实验与神经科学技术, 深入探讨时序知觉的两种加工方式是分离的还是同时进行的, 以及揭示控制时序加工的脑区。

关键词　时序知觉; 自下而上加工; 自上而下加工
分类号　B842

1　引言

时间知觉(time perception)对于人类的生存和发展起着至关重要的作用。我们的许多行为都依赖于对时间的知觉, 如准确理解语音、欣赏音乐、参与运动、推断事件的因果关系等等。时间知觉包括时距知觉(duration perception)和时序知觉(temporal order perception)。时序知觉通常是在几十毫秒到几百毫秒之内, 对事件的同时性、相继性和顺序性的知觉(袁祥勇, 陈有国, 毕翠华, 刘培朵, 黄希庭, 2013)。时序知觉一般涉及两个或两个以上的刺激, 当两个刺激之间的时间间隔比较短时, 刺激被知觉为同时出现; 随着时间间隔的增加, 可以知觉到两个刺激是非同时出现的, 但尚不能分辨顺序; 当刺激之间的时间间隔增加到一定程度时, 人们可以分辨刺激出现的顺序。尽管大多数人都能在几十毫秒内辨别出两个刺激的先后顺序, 但一些人还是会出错; 不同个体, 甚至同一个体在不同条件下时序知觉的阈限也存在着差异。时序知觉同其它知觉一样并非客观的, 而是受主客观因素交互作用的结果。

在时序知觉研究之初, 学者们大多数集中在自下而上的加工, 即由外部刺激开始的加工来研究时序知觉, 如探讨刺激的物理特征、被试的生物学特征, 以及实验方法对时序知觉的影响。最近, 学者们开始关注因果信念等知识经验对时序知觉的影响, 开始了自上而下加工, 即由有关时序的一般知识开始的加工来研究时序知觉。这就引出了一些新的问题: 时序知觉是否可以分为两种, 即自下而上加工的被动时序知觉和自上而下加工的主动时序知觉? 以及它们有什么特点? 或者时序知觉也像其它知觉一样也是自下而上加工和自上而下加工交互作用的结果? 这些问题都有待深入研究。

2　自下而上的研究

大约从上世纪50年代至本世纪初, 学者们对时序知觉影响因素的研究, 主要侧重于从刺激物的特性包括刺激的空间位置、通道等方面, 被试的生物学特性包括性别、年龄, 利手, 以及测量方法等方面, 即主要是侧重于自下而上的加工方式来研究时序知觉。

2.1　刺激物的特性对时序知觉的影响

刺激的空间位置对时序知觉的影响包括单通道和跨通道两个方面的证据。单通道主要体现在

收稿日期: 2017-04-05
* 重庆市人文社会科学重点研究基地项目“未来思考的心理机制及其应用研究” (14SKB008)资助。
通信作者: 黄希庭, E-mail: xthuang@swu.edu.cn

触觉通道，有研究发现当双手靠近时，相对于双手相隔较远时，同时性阈限更低，双手相隔较远时比双手靠近时需要多 12 ms 的时间间隔，才能知觉两个刺激是否是同时出现的(Geffen, Rosa, & Luciano, 2000)。而采用时序判断任务的研究则发现，当双手相隔较远时，相比双手靠近时，被试的最小可觉差更小，且当两个刺激出现在双手的不同手指上时，该效应消失(Shore, Gray, Spry, & Spence, 2005)。跨通道的研究则包含视听通道和视触通道。当视听刺激呈现在不同的位置时，而不是都呈现在中间位置时，被试视听时序知觉的准确率提高(Bertelson & Aschersleben, 2003; Zampini, Shore & Spence, 2003)，并且两个通道的刺激呈现的空间距离越大，时序知觉的正确率越高(Keetels & Vroomen, 2005)。同样，在视触跨通道的研究中，也发现了刺激之间的空间位置会影响跨通道时序知觉(Spence, Shore, & Klein, 2001)。刺激之间的空间分离对时序知觉的影响，可能是由于当两个刺激呈现在不同的位置时，空间提供了额外的信息来提升被试的判断(Spence, Baddeley, Zampini, James, & Shore, 2003)。

刺激通道对时序知觉的影响主要包括两个方面，一是不同刺激通道的时序阈限存在着差异。早期的研究认为视、听、触三个通道的时序阈限都在 20~40 ms 之间，且有着共同的最小可觉差约 20 ms (Hirsh & Sherrick, 1961)。但后来的研究发现，不同通道的时序知觉阈限存在着差异，听觉通道的时序阈限低于视觉通道(Fink, Ulbrich, Churan, & Wittmann, 2006; Kanabus, Szelag, Rojek, & Pöppel, 2002)。二是一个通道的时序知觉还会受到其它通道的影响。例如触时序知觉会受到视觉的影响(Gallace & Spence, 2005)，在该研究中，被试保持双手的实际距离不变，中间放一个镜子，使被试感觉两只手的距离发生了变化，包括远，中，近三种距离，结果发现，当镜子中的距离较小时，被试的时序判断能力越差，即最小可觉差更大，从而证实了视觉对触时序知觉的影响。

刺激的特性对时序知觉的影响不仅包括刺激的空间位置，以及刺激呈现的通道，研究表明，刺激的其它特性也会影响时序知觉：刺激的大小(McFarland, Cacace, & Setzen, 1998)、刺激的强度(Bachmann, Põder, & Luiga, 2004)、刺激的呈现时长(Boenke, Deliano, & Ohl, 2009; Kuling, van Eijk, Juola, & Kohlrausch, 2012)。

2.2　被试的生物学特性对时序知觉的影响

年龄对时序知觉的影响主要表现在单通道和跨通道两个方面，而单通道主要是在听觉通道。在听觉时序判断任务中，老年人比年轻人的时序知觉成绩会更差(Fink, Churan, & Wittmann, 2005; Hancock & Rausch, 2010; Kołodziejczyk & Szelsg, 2008)，年轻人比老年人的时序阈限更低(Szymaszek, Szelag, & Sliwowska, 2006)。这种差异不仅体现在老年人与年轻人的对比上，还表现在年轻人与中年人的对比上，研究表明，中年人的时序判断成绩不及年轻人(Humes, Kewley-Port, Fogerty, & Kinney, 2010)。并且，听觉时序知觉随着年龄增长而成绩下降的趋势在单通道和双通道的表现形式上也存在着差异，研究表明，在单通道，超过 60 岁，时序知觉恶化严重，而在双通道，则在 40 岁以后就开始恶化(Szymaszek, Sereda, Pöppel, & Szelag, 2009)。对视觉通道的研究也表明，随着年龄的增加，时序知觉的阈值增加(Busey, Craig, Clark, & Humes, 2010; Ulbrich, Churan, Fink, & Wittmann, 2009)。在 Busey 等(2010)的研究中，选取了青年人、中年人、老年人三个群体的被试，以 MPTO 四个字母为材料，字母相继出现在相同的位置或不同的位置，要求被试判断哪个字母先出现，结果发现，不同年龄组的时序阈限存在着差异。同样，在触觉通道，研究也发现时序知觉阈值也随着年龄的增加而增加(Craig, Rhodes, Busey, Kewley-Port, & Humes, 2010)。不仅在单通道存在着年龄对时序知觉的影响，视听跨通道的研究表明，老年人比年轻人时序知觉的准确率更差(Setti et al., 2011)。人们从 50 岁开始，视听时序知觉的敏感性便开始下降(De Boer-Schellekens & Vroomen, 2014)。对视触跨通道的研究中也发现有类似的结果，老年人比年轻人的最小可觉差更大，要达成准确的时序知觉，老年被试需要更大的时间间隔(Poliakoff, Shore, Lowe, & Spence, 2006)。

性别也会影响时序知觉。性别对时序知觉的影响主要集中在对听通道的研究。听觉时序判断任务中，男性比女性的时序阈值更低(Szymaszek et al., 2006) 男性比女性更容易区别时序(Bao et al., 2013)；而对老年人的研究表明，男性比女性的时序判断任务要差一些(Fink et al., 2005;

Kołodziejczyk & Szelsg, 2008)。也有研究表明，听觉通道的时序知觉不存在性别差异(van Kesteren & Wiersinga-Post, 2007)。在听通道时序知觉的研究中，通常是在被试的左右耳相隔一定的时间间隔(stimulus onset asynchrony, SOA)呈现两个咔嚓声音，要求被试判断哪只耳朵的刺激先出现。性别对时序知觉的影响有两种理论解释：一种假设认为可能是由于男女左半球处理时间信息的机制差异导致的，因为研究表明，左半球对于时序加工有着特殊的机制，且男性左半球处理时序的偏侧优势比女性强(Fitch, Brown, O'Connor, & Tallal, 1993)；另外一种假设认为时序知觉的性别差异可能是由于男女两性所使用的加工策略不同所导致，男性可能使用的是整体加工，女性使用的是局部加工(Wittmann & Szelag, 2003)。

被试的利手以及身体姿势也会影响时序知觉，这方面的研究主要来自触觉通道的时序知觉。有研究发现，当被试的手臂不交叉时，右利手比左利手被试时间分辨率更高(Wada, Yamamoto, & Kitazawa, 2004)。被试双手的距离也是影响触觉时序知觉的重要因素，距离越大，则时序知觉的最小可觉差越小(Kuroki, Watanabe, Kawakami, Tachi, & Nishida, 2010; Shore et al., 2005)。手臂交叉也会影响时序知觉。当手臂不交叉时，20~70 ms 的时间间隔，被试可以达到 75%的正确率(Craig & Busey, 2003; Heed, Backhaus, & Röder, 2012; Roberts & Humphreys, 2008; Sambo et al., 2013)。当手臂交叉时，则大约需要 100~200 ms 才能达到同样的正确率水平。而另外一些研究表明，双腿交叉也会降低时序知觉阈值(Schicke & Röder, 2006)。甚至想象双手交叉也会降低时序知觉阈值(Hermosillo, Ritterband-Rosenbaum, & van Donkelaar, 2011)。

2.3 测量方法对时序知觉的影响

在时序知觉的研究中，最常用的是时序判断任务(temporal order judgment, TOJ)和同时性判断任务(simultaneity judgment, SJ)两种测量方法。同时性判断任务中，呈现 AB 两个刺激，要求被试判断两个刺激是同时出现的还是相继出现的(Chen, Shore, Lewis, & Maurer, 2016; Zampini, Guest, Shore, & Spence, 2005)。而时序判断任务中，被试则需要区分出两个刺激出现的先后顺序，即判断 A 先或 B 先(van Eijk, Kohlrausch, Juola, & van de Par, 2008; Vroomen, Keetels, De Gelder, & Bertelson, 2004)。当两者结合在一起，则有了三元反应任务(ternary-response task, TRT)和双任务范式(dual task, DT)。在三项反应任务中，被试有三种反应选项，即同时、A 先、B 先(Ulrich, 1987; Zampini et al., 2007)。双任务范式则要求被试先判断同时性，再进行顺序判断(Yarrow, Jahn, Durant, & Arnold, 2011)。在大多研究中主要还是使用同时性判断任务或时序判断任务。这两种时序知觉的研究方法都用主观同时点(Point of Subjective Simultaneity, PSS)和最小可觉差(just noticeable difference, JND)作为时序知觉的指标。主观同时点是指当被试认为两个刺激是同时出现时刺激之间的实际时间间隔，或者说是当被试最有可能做出判断两个刺激是同时出现时的时间间隔。而最小可觉差是时序知觉的敏感性指标，是指被试能够准确进行时序判断时两个刺激之间的最小时间间隔，通常取 75%和 25%正确率之间的时间间隔的一半。研究表明时序判断任务和同时性判断任务对同样的刺激进行测量，获得的主观同时点存在着差异。一项关于视听同步性的研究中，呈现简单的闪光和白噪音，两者之间存在着一定的 SOA，SOA 为正意味着声音比闪光后出现，为负则相反，SOA 为 0 表示两者同时出现。结果发现，TOJ 任务和 SJ 任务都能产生正的 PSS，而负的 PSS 主要来源于 TOJ 任务(Aschersleben & Müsseler, 1999; Fujisaki, Shimojo, Kashino, & Nishida, 2004; Keetels & Vroomen, 2005; Spence et al., 2003; Zampini et al., 2005)。而 SJ 任务与 TRT 相比，SJ 任务获得的 PSS 更大，两种任务产生的 PSS 存在着高相关关系(Stone et al., 2001; van Eijk et al., 2008) 。除了主观同时点，两种时序知觉任务的差异还表现在反应时方面。研究表明，呈现相同的实验刺激，要求被试尽量准确地进行时序知觉，被试在 SJ 任务下的反应时显著低于 TOJ 任务(Matthews, Welch, Achtman, Fenton, & FitzGerald, 2016)。除了行为研究的证据，两种研究方法激活的脑区也存在着差异。研究表明，TOJ 比 SJ 更大地激活了左半球背外侧前运动皮层，左侧后顶叶皮层，双侧丘脑等脑区，而 SJ 比 TOJ 更大地激活了左右侧的脑岛皮层(Miyazaki et al., 2016)。

3 自上而下的研究

在时序知觉的早期研究中，所采用的刺激基

本上是无时间意义的材料，如对于视觉通道的研究通常采用闪光点，听觉通道主要采用纯音，触觉通道采用电刺激。且主要是从被试的生物学特征以及刺激的物理特征角度，即自下而上的加工方式来研究时序知觉。但近十几年来，研究者们更多地关注自上而下的加工方式，考察个体的认知因素如因果信念、情绪、文化等是如何影响时序知觉的。

3.1 因果信念对时序知觉的影响

近十几年来，研究者们对因果信念影响时序知觉现象产生了兴趣。不少学者对个人的因果信念影响时序知觉做过实验。因果信念对时序知觉的影响主要表现为人们具有的关于事物之间的因果关系的信念会导致对事物的时序发生错误的知觉。因果信念对时序知觉的影响一开始源于跨通道的时序知觉动态校准，即当被试适应了两个刺激之间的延迟，两个刺激被知觉为同时出现。如在 Stetson, Cui, Montague 和 Eagleman (2006)的研究中，让被试通过按键产生闪光，在大多数试次中，闪光固定地在按键后 135 ms 出现，当被试适应了这种延迟之后，突然缩短按键与闪光之间的延迟，被试会知觉闪光出现在按键之前。Eagleman (2008)认为这种运动-感觉时间再校准来源于个体已有的信念所形成的期待：即感觉效应是立即出现在运动行为之后的。Fernbach, Linson-Gentry 和 Sloman (2007)探讨了新习得的因果信念对时序知觉的影响，在该研究中，首先在计算机屏幕上呈现三个滑块，要求被试通过点击鼠标去发现它们之间的关系(如一个物体的运动，导致另外两个物体的运动)，通过不断地进行反馈，使得被试形成强烈的因果信念。之后给被试呈现一段包含那三个滑块运动的视频，要求被试观看滑块的运动，并判断视频中滑块运动的先后顺序，结果发现被试倾向于做出与先前学习的因果顺序相一致的判断，而非视频中的客观顺序。Bechlivanidis 和 Lagnado (2013)的研究也进一步验证了新习得的因果信念对时序知觉的影响。并且，他们还关注人们在日常生活中习得关于事物的因果信念对时序知觉的影响。在他们的一项实验中，首先要求被试在计算机上看一个视频，在视频中呈现三个相隔一定距离的物体，由最左边的物体运动去碰撞中间的物体，当碰撞发生之后，最右边的物体先运动，相隔 350 ms 之后，中间的物体才开始运动。看完视频之后，要求被试判断三个物体开始运动的时间顺序，结果发现很多被试错误地知觉了事件的时序，许多被试认为中间的物体比右边的物体先运动(Bechlivanidis & Lagnado, 2016)。Desantis, Waszak, Moutsopoulou 和 Haggard (2016)也同样关注刺激和被试的操作之间的因果信念对时序知觉的影响，在一项研究中，在计算机屏幕中呈现许多小圆点，要求被试相隔一定的时间按键使圆点发生运动，如按左键使圆点向上运动，按右键使点向下运动，但实际上这些点并非被试按键产生，当被试相信圆点的运动是由他按键产生时，被试更多地报告圆点的运动发生在按键之后。当被试知道圆点的运动不是他的操作而产生时，这种效应则消失。同时，研究还发现当人们认为出现的刺激是由其自身的行为所产生的，相比那些由其他人或机器所产生的刺激，该刺激更容易被知觉为出现更早(Desantis, Roussel, & Waszak, 2011; Desantis et al., 2016; Haering & Kiesel, 2012)。如在 Haering 和 Kiesel (2012)的实验中，让被试想象自己是一名救生员，需要救助一名反复落水的人，通过点击鼠标左键出现救生圈来实现救助。在实验中告知被试控制的是红色或绿色救生圈，另一个救生圈由另外一名被试控制。而事实上两个都是电脑自动产生的，要求被试判断哪个救生圈先出现，结果表明被试倾向于报告自己控制的救生圈先出现。不仅如此，最新的研究发现，新学到的关于刺激的归属也会影响时序知觉，在一项研究中，通过训练和反馈，使被试习得某些东西是“属于”自己，而另外一些东西“属于”别人，当两个刺激同时呈现时，被试更倾向于认为“属于”自己的刺激先出现(Truong, Roberts, & Todd, 2017)。因果信念影响时序知觉可能与注意有关，当被试在不确定情况下，对事件的时序进行判断时会利用已有的因果信念对事件的发生进行补充，从而报告那些他们认为应该发生的(Fernbach et al., 2007)。也有研究者认为人们已有的因果信念能够为未来发生的事件做出准备，包括增强对即将出现的事件的意识，以及提供选择性注意(Buehner & Humphreys, 2009; Buehner, 2012)。此外还有研究者认为因果关系不仅仅影响前瞻性注意，而且能够从脑海中提取出来解释已经知觉到的事件的时序(Bechlivanidis & Lagnado, 2013, 2016)。

3.2 情绪对时序知觉的影响

研究者对情绪影响时序知觉的研究主要采用两种研究范式，第一种范式是以情绪图片为刺激，要求被试对情绪刺激呈现的时序进行判断。呈现的情绪刺激以面孔为材料，包括面孔简图和真人情绪面孔。采用面孔简图的研究发现，情绪面孔比中性面孔更容易知觉为先出现(Fecica & Stolz, 2008; West, Anderson, & Pratt, 2009)。如在 Fecica 和 Stolz (2008)的研究中，使用愉悦、愤怒、中性三种面孔图片为材料，在计算机屏幕的左右两侧分别呈现一张面孔，要求被试判断哪一侧的面孔先出现。该研究证实了积极和消极情绪面孔比中性面孔更容易知觉为先出现，甚至发现积极情绪面孔比消极情绪面孔更容易知觉为先出现，但是这种效应仅仅出现在两个面孔刺激之间的时间间隔较短时，当时间间隔较长时，该效应则消失。采用真人情绪面孔的研究结果则存在着分歧。采用面孔简图和真人情绪面孔为材料，同样采用时序判断任务，结果发现愤怒情绪面孔比中性情绪面孔更容易知觉为先出现，并且真人情绪面孔相较于面孔简图，这种效应更加明显(West et al., 2009)。另一种研究范式是通过诱发被试的情绪，在此基础上进行时序知觉。在 Liang, Zhang 和 Bao (2015)的实验中，首先给被试呈现一张情绪图片 500 ms，接着呈现 1000 ms 的空屏，诱发被试的情绪，之后相继呈现两个长方形，要求被试判断哪个长方形先出现。结果发现不同性别的被试情绪对时序知觉的影响效应不同。男性被试在积极情绪和消极情绪条件下的时序阈限要低于中性情绪，而女性被试消极情绪下时序阈限低于中性情绪，积极情绪时序阈限高于中性情绪。并且女性被试相较于男性被试，时序知觉时更容易受到情绪的影响。无论是诱发被试的情绪状态，还是直接以情绪刺激作为时序知觉的材料，两者都体现了情绪对时序知觉的影响。但两者起作用的原因可能存在着差异。以情绪刺激作为时序知觉材料影响时序知觉，可能与选择性注意有关。积极的情绪传达的是信号是机会，而消极的情绪传达的信号是危险(Anderson, Christoff, Panitz, De Rosa, & Gabrieli, 2003; Anderson, 2005; Crawford & Cacioppo, 2002)。由于生存的需要，人们对不同的情绪图片注意程度是不同的。来自点探测任务和视觉搜索任务的研究都发现，人们存在着负性注意偏向(Becker, Horstmann, & Remington, 2011; Blagrove & Watson, 2010; Hodsoll, Viding, & Lavie, 2011; Huang, Chang, & Chen, 2011; Olatunji, Ciesielski, Armstrong, & Zald, 2011)。即与中性刺激和正性刺激相比，负性刺激更能捕获人的注意。因此，当情绪刺激与中性刺激同时存在的情况下，情绪刺激可能更能捕获注意，存在优先登录效应。而情绪状态对时序知觉的影响，则可能是通过唤醒实现的。情绪刺激相比中性刺激，有更高的唤醒水平，使得刺激在脑中的加工速度更快(Liang et al., 2015)。

3.3 文化对时序知觉的影响

近些年来的研究发现，文化影响下形成的心理和行为方式也会影响时序知觉。在不同的文化下个体形成了不同的心理和行为方式。在使用空间来表征时间方面显得尤为突出。大量的研究表明，在不同的文化背景下，人们普遍存在着从左到右的心理时间线(Bonato, Zorzi, & Umiltà, 2012; Flumini & Santiago, 2013)。在视觉领域，被试倾向于将左与先关联，右与后关联(Chen, 2007; Santiago, Lupiáñez, Pérez, & Funes, 2007)。而在听觉通道，也有着类似的效应。在一项研究中，要求被试对呈现的声音做出反应，结果当声音提前呈现时，被试按左键反应较快，当声音延迟呈现时，按右键反应较快(Ishihara, Keller, Rossetti, & Prinz, 2008)。然而，在不同文化背景下，时序知觉的空间表征却是不一样的，研究表明，以英语、汉语、西班牙语为母语的被试普遍存在着从左到右的时序知觉，而以希伯来语为母语的被试则存在着从右到左的时序知觉(Fuhrman & Boroditsky, 2010; Fuhrman, Boroditsky, & Hall, 2007; Ouellet, Santiago, Israeli, & Gabay, 2010)。如在一项研究中，要求犹太被试对事件的先后顺序进行排序时，“早”与右边一致，“晚”与左边一致时被试反应更快。跨文化研究还表明，在一些民族存在着从上到下的时间顺序表征。中国人比外国人更擅长垂直表征时间(Boroditsky, 2001; Boroditsky, Fuhrman, & McCormick, 2011)。在一项研究中，给被试呈现同一个人在不同时期的图片，要求被试采用上下按键和左右按键两种方式判断第二张图片比第一张图片出现得更早还是更晚。结果发现，汉语为母语的人与英语为母语的人，都体现从左到右的时间顺序知觉，而仅在汉语为母语的人发现了从上

到下的时间顺序知觉(Boroditsky et al., 2011)。国内的一些研究表明, 实验时给予启动, 能够激活被试在垂直方向上的时间表征(吴念阳, 徐凝婷, 张琰, 2007)。在垂直方向上的时间表征还得到了眼动方面的支撑(杨林霖, 张志杰, 顾艳艳, 周文杰, 2013)。这些都是间接研究文化对时序知觉的影响, 也有研究直接采用时序判断任务探究文化对时序知觉的影响。有研究者结合注意瞬脱与时序判断范式, 探讨了不同文化下时序知觉的空间表征。在他们的研究中, 包含注意瞬脱任务和时序判断任务, 首先在计算机屏幕的中央呈现一个白色正方形, 正方形的中央有一个黑色的菱形, 300 ms 之后, 黑色菱形中的一角消失 30 ms, 当消失的一角恢复之后, 相隔 280 ms 或 1030 ms, 在注视点的某一侧出现一个白色棒条, 相隔一定的 SOA 后, 在注视点的另一侧出现第二个白色棒条。之后要求被试判断菱形消失的是哪一角, 以及哪一侧的棒条先出现。结果发现, 以西班牙语为母语的被试倾向于报告左边刺激比右边刺激先出现。而同时学习过阿拉伯语和西班牙语两种语言的被试则不存在这种效应(Pérez, Penton, & Valdes-Sosa, 2008; Pérez, García, Valdés-Sosa, & Jaśkowski, 2011)。文化对时序知觉的影响, 可能与人们的书写以及阅读习惯有关, 长期形成的阅读习惯影响了人们的空间注意, 人们倾向于注意阅读开始的地方(Fuhrman et al., 2007; Ouellet et al., 2010)。

4　小结与思考

时序知觉包含人们对刺激的“同时性”经验、“非同时性”经验, 以及“序列”或“先后顺序”的经验。例如以听觉为例, 两个“嗒”声间隔 2~5 ms 分别作用左耳和右耳, 人们听到的是一个加强了的“嗒”声, 即尽管在两个刺激之间有一定的时间间隔但我们主观感受到的是一个“嗒”声; 如果两个“嗒”声时间间隔超过了 5 ms, 我们能知觉到两个非同时的“嗒”声, 但却分辨不出它们的先后顺序。两个事件同时性经验、非同时性经验的阈限值是因感官的不同而异。要产生非同时性经验, 视觉刺激至少 20 ms, 触觉刺激至少 10 ms, 听觉刺激至少 5 ms, 而要产生先后顺序经验至少需要 30~40 ms。时序知觉的经历时间很短, 在刺激作用下即刻产生, 似乎完全是自动化的, 不依赖于过去经验和学习的, 于是便认为“人对同时与不同时的感知, 以及对事件的序列性的感知, 都是被动的” (Pöppel & Artin, 1988)。最初, 学者对时序知觉的研究大多循着时序知觉是被动的、以自下而上加工的角度进行研究。虽然那时学者也意识到注意在时序知觉中的作用, 例如 Jaśkowski (1993)采用提示范式探讨了选择性注意对时序知觉的影响, 但真正开启对时序知觉是主动的、以自上而下加工的角度来研究是近期学者对因果信念、情绪、文化等影响时序知觉的研究。这些因素对时序知觉的影响主要是通过注意或心向来实现的。一般阈限模型(general threshold model)认为时序知觉取决于刺激产生的感觉信号到达中枢加工器的顺序, 由于刺激之间的知觉潜伏期存在着差异, 到达中枢加工器的时间产生存在着差异(Ulrich, 1987)。得到注意的刺激与没有得到注意的刺激加工速度便存在着差异, 因此得到注意的刺激知觉潜伏期更短, 先进入中枢加工器, 被知觉为先出现。注意对时序知觉的影响, 主要以优先登陆效应体现。即得到注意的刺激, 相比没有得到注意的刺激, 更容易知觉为先出现(Hilkenmeier, Olivers, & Scharlau, 2012; Seibold, Fiedler, & Rolke, 2011; Spence & Parise, 2010; Spence et al., 2001; Yates & Nicholls, 2011)。并且主要通过启动范式来实现对注意的操作, 通过启动目标刺激的空间位置(Jaśkowski, 1993; Kanai, Ikeda, & Tayama, 2007)或刺激特征(张锋, 郭秀艳, 黄希庭, 2009; 张锋, 苏丹, 陈有国, 2015)或刺激通道(Zampini, Shore, & Spence, 2005)来引导被试分配注意。目前已经获得了视觉(Shore, Spence, & Klein, 2001; Spence et al., 2001)、听觉(Kanai et al., 2007)、触觉(Yates & Nicholls, 2009, 2011)三个通道的证据。优先登录效应对时序知觉的影响主要采用的是外源性启动, 促使被试注视某种刺激, 而因果信念、情绪、文化等因素则是通过内源性启动来引导注意偏向, 从而影响时序知觉。

虽然对时序知觉的影响因素已做过大量的研究, 但仍然有许多问题值得深入探究。今后可以从以下两个方面进行研究。

人类没有一个专门感觉器官用来感知时间, 而时序知觉的加工速度非常快, 我们通常在几十毫秒内就能准确地知觉事件的顺序, 我们很难辨别时序信息的加工过程。过去, 研究者们主要从

自下而上的加工方式来探讨，认为人们的时序知觉是被动的；近十几年来研究者们才开始以自上而下的加工方式来探讨，认为人们的时序知觉是主动的。但是这方面的研究并非十分丰富。今后还应当加强对时序知觉中自上而下的加工方式的探讨，尤其是探究个体已有的认知经验是如何影响时序知觉的。例如进一步研究文化对时序知觉的影响。文化对时序知觉的影响是否是由于书写阅读习惯导致的？这种影响发生在早期的注意阶段还是晚期的决策阶段？这种影响效应是否是稳定的，个人早期的知识经验起决定作用的同时，是否会受到新学习的知觉经验的影响？此外，时序知觉过程的自下而上和自上而下两种加工方式是分离的吗？在早期时序知觉的研究中，所使用的刺激物多为无意义刺激，如视觉通道的闪光，听觉通道的"嗒"声，触觉通道的电刺激，这些刺激本身不具有时间意义，个体对这些刺激的反应没有受到他已有的知识经验、期待、动机等因素的影响，而仅仅是刺激本身驱动的，即一个感觉事件捕获了我们的注意，这种注意称为反射性注意(reflexive attention)，看来只存在自下而上的加工。而在近十几年来的研究中，通过操纵刺激的特征或操纵被试的心理状态，使得已有的知识经验起作用，这是有意注意(voluntary attention)在起作用，它是自上而下的、目标驱动的时序知觉。这样看来，时序知觉过程的两种加工方式似乎是可以分离的。当然时序知觉也可能像其它知觉一样，在时序知觉过程中包含自下而上和自上而下的两种加工方式，它们是不分离的。例如Bechlivanidis 和 Lagnado (2016)研究表明，当被试有足够的注意资源来加工刺激的时序时，还是会受到已有因果信念的影响，他认为因果信念对时序知觉的影响既可能发生在时序知觉的早期阶段也可能发生在时序知觉的晚期阶段。也就是说在时序知觉的早期阶段可能进行的是自下而上的加工方式，而在晚期阶段已有的知识经验发生作用，进行的是自上而下的加工方式。因此，研究者认为时序加工是自下而上加工还是自上而上加工，取决于刺激特征强度和已有知识经验的强度对比，当刺激特征强度大，可能进行的主要是自下而上加工；当知识经验的强度足够大时，可能进行的主要是自上而下加工；当两者强度相差不大时，可能两种加工方式都存在，在知觉的早期以自下而上加工为主，到了决策阶段以自上而下加工为主。目前，关注时序知觉过程的加工机制研究较少，理论假设尚待进一步实验验证。可以预期，对时序过程的加工机制和特点的研究是今后的一个方向。

我们对刺激的同时性经验、非同时性经验、先后顺序经验的获得都是与注意紧密联系在一起的。注意既可以被外界环境的某个位置或客体所吸引，也可以由内心的经验所吸引，前者是反射性(被动的)注意，后者是有意的(主动)注意。当代认知神经科学的研究成果，特别是注意与意识的神经科学研究为时序知觉加工机制的研究打开了新的思路。ERP (event-related potential)是被试对某种刺激进行信息加工所诱发出来的一系列脑电活动在头皮上引起的电位变化，也是观察时序知觉信息加工的重要途径。P1 波敏感于空间注意的指向(Hillyard & Anllo-Vento, 1998)。Hopfinger 和 West (2006)研究则表明，实验中受到影响的早期成分是 P1，由外源性注意控制，而内源性注意则影响更晚期的加工，出现 P300 的增强。因此，借助具有较高的时间精度的 ERP 技术可以有效帮助我们进一步探讨时序知觉中两种加工方式的关系。就有可能加深对时序知觉质性的认识：控制时序知觉的注意系统是先后的两个还是交互作用的两个？脑内的什么系统在控制着时序知觉的加工？同时，也可以利用眼动技术来探讨时序知觉的加工机制。眼动不仅服从于任务的主动性，还包括无意注意的过程(邓铸, 2005)。因此，眼动技术有利于我们进一步了解已有的知识经验是如何影响视时序知觉的。

参考文献

邓铸. (2005). 眼动心理学的理论、技术及应用研究. *南京师大学报(社会科学版)*, (1), 90–95.

吴念阳, 徐凝婷, 张琰. (2007). 空间图式加工促进方向性时间表述的理解. *心理科学*, *30*(4), 853–856.

杨林霖, 张志杰, 顾艳艳, 周文杰. (2013). 空间-时间联合编码效应:来自手动和眼动证据. *心理科学*, *36*(6), 1347–1354.

袁祥勇, 陈有国, 毕翠华, 刘培朵, 黄希庭. (2013). 时序知觉：中枢计时与分布计时. *科学通报*, *58*(8-9), 2895–2905.

张锋, 黄希庭, 郭秀艳. (2009). 时序知觉重复启动效应的作用机制. *心理学报*, *41*(3), 233–241.

张锋, 苏丹, 陈有国. (2015). 时序知觉重复启动效应的 ERP 研究. *西南大学学报(社会科学版), 41*(1), 118–122.

Anderson, A. K. (2005). Affective influences on the attentional dynamics supporting awareness. *Journal of Experimental Psychology: General, 134*(2), 258–281.

Anderson, A. K., Christoff, K., Panitz, D., De Rosa, E., & Gabrieli, J. D. E. (2003). Neural correlates of the automatic processing of threat facial signals. *The Journal of Neuroscience, 23*(13), 5627–5633.

Aschersleben, G., & Müsseler, J. (1999). Dissociations in the timing of stationary and moving stimuli. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 25*(6), 1709–1720.

Bachmann, T., Põder, E., & Luiga, I. (2004). Illusory reversal of temporal order: The bias to report a dimmer stimulus as the first. *Vision Research, 44*(3), 241–246.

Bao, Y., Szymaszek, A., Wang, X. Y., Oron, A., Pöppel, E., & Szelag, E. (2013). Temporal order perception of auditory stimuli is selectively modified by tonal and non-tonal language environments. *Cognition, 129*(3), 579–585.

Bechlivanidis, C., & Lagnado, D. A. (2013). Does the "why" tell us the "when"? *Psychological Science, 24*(8), 1563–1572.

Bechlivanidis, C., & Lagnado, D. A. (2016). Time reordered: Causal perception guides the interpretation of temporal order. *Cognition, 146*, 58–66.

Becker, S. I., Horstmann, G., & Remington, R. W. (2011). Perceptual grouping, not emotion, accounts for search asymmetries with schematic faces. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 37*(6), 1739–1757.

Bertelson, P., & Aschersleben, G. (2003). Temporal ventriloquism: crossmodal interaction on the time dimension: 1. Evidence from auditory–visual temporal order judgment. *International Journal of Psychophysiology, 50*(1-2), 147–155.

Blagrove, E., & Watson, D. G. (2010). Visual marking and facial affect: Can an emotional face be ignored? *Emotion, 10*(2), 147–168.

Boenke, L. T., Deliano, M., & Ohl, F. W. (2009). Stimulus duration influences perceived simultaneity in audiovisual temporal-order judgment. *Experimental Brain Research, 198*(2-3), 233–244.

Bonato, M., Zorzi, M., & Umiltà, C. (2012). When time is space: Evidence for a mental time line. *Neuroscience & Biobehavioral Reviews, 36*(10), 2257–2273.

Boroditsky, L. (2001). Does language shape thought?: Mandarin and English speakers' conceptions of time. *Cognitive Psychology, 43*(1), 1–22.

Boroditsky, L., Fuhrman, O., & McCormick, K. (2011). Do English and Mandarin speakers think about time differently? *Cognition, 118*(1), 123–129.

Buehner, M. J. (2012). Understanding the past, predicting the future: Causation, not intentional action, is the root of temporal binding. *Psychological Science, 23*(12), 1490–1497.

Buehner, M. J., & Humphreys, G. R. (2009). Causal binding of actions to their effects: Research article. *Psychological Science, 20*(10), 1221–1228.

Busey, T., Craig, J., Clark, C., & Humes, L. (2010). Age-related changes in visual temporal order judgment performance: Relation to sensory and cognitive capacities. *Vision Research, 50*(17), 1628–1640.

Chen, J. Y. (2007). Do Chinese and English speakers think about time differently? Failure of replicating Boroditsky (2001). *Cognition, 104*(2), 427–436.

Chen, Y. C., Shore, D. I., Lewis, T. L., & Maurer, D. (2016). The development of the perception of audiovisual simultaneity. *Journal of Experimental Child Psychology, 146*, 17–33.

Craig, J. C., & Busey, T. A. (2003). The effect of motion on tactile and visual temporal order judgments. *Perception & Psychophysics, 65*(1), 81–94.

Craig, J. C., Rhodes, R. P., Busey, T. A., Kewley-Port, D., & Humes, L. E. (2010). Aging and tactile temporal order. *Attention, Perception & Psychophysics, 72*(1), 226–235.

Crawford, L. E., & Cacioppo, J. T. (2002). Learning where to look for danger: Integrating affective and spatial information. *Psychological Science, 13*(5), 449–453.

De Boer-Schellekens, L., & Vroomen, J. (2014). Multisensory integration compensates loss of sensitivity of visual temporal order in the elderly. *Experimental Brain Research, 232*(1), 253–262.

Desantis, A., Roussel, C., & Waszak, F. (2011). On the influence of causal beliefs on the feeling of agency. *Consciousness and Cognition, 20*(4), 1211–1220.

Desantis, A., Waszak, F., Moutsopoulou, K., & Haggard, P. (2016). How action structures time: About the perceived temporal order of action and predicted outcomes. *Cognition, 146*, 100–109.

Eagleman, D. M. (2008). Human time perception and its illusions. *Current Opinion in Neurobiology, 18*(2), 131–136.

Fecica, A. M., & Stolz, J. A. (2008). Facial affect and temporal order judgments: Emotions turn back the clock. *Experimental Psychology, 55*(1), 3–8.

Fernbach, P. M., Linson-Gentry, P., & Sloman, S. A. (2007). Causal beliefs influence the perception of temporal order. In *Proceedings of the 29th annual cognitive science*

society (pp. 269–274). Cognitive Science Society.

Fink, M., Churan, J., & Wittmann, M. (2005). Assessment of auditory temporal-order thresholds - A comparison of different measurement procedures and the influences of age and gender. *Restorative Neurology and Neuroscience, 23*(5-6), 281–296.

Fink, M., Ulbrich, P., Churan, J., & Wittmann, M. (2006). Stimulus-dependent processing of temporal order. *Behavioural Processes, 71*(2-3), 344–352.

Fitch, R. H., Brown, C. P., O'Connor, K., & Tallal, P. (1993). Functional lateralization for auditory temporal processing in male and female rats. *Behavioral Neurosciences, 107*, 844–850.

Flumini, A., & Santiago, J. (2013). Time (also) flies from left to right… if it is needed. In *Proceedings of the 36th annual meeting of the cognitive science society* (pp. 2315–2320). Cognitive Science Society.

Fuhrman, O., & Boroditsky, L. (2010). Cross-cultural differences in mental representations of time: Evidence from an implicit nonlinguistic task. *Cognitive Science, 34*(8), 1430–1451.

Fuhrman, O., Boroditsky, L., & Hall, J. (2007). Mental time-lines follow writing direction: Comparing English and Hebrew speakers. *In Proceedings of the 29th annual conference of the cognitive science society* (pp. 1007–1011). Cognitive Science Society.

Fujisaki, W., Shimojo, S., Kashino, M., & Nishida, S. (2004). Recalibration of audiovisual simultaneity. *Nature Neuroscience, 7*(7), 773–778.

Gallace, A., & Spence, C. (2005). Visual capture of apparent limb position influences tactile temporal order judgments. *Neuroscience Letters, 379*(1), 63–68.

Geffen, G., Rosa, V., & Luciano, M. (2000). Effects of preferred hand and sex on the perception of tactile simultaneity. *Journal of Clinical & Experimental Neuropsychology, 22*(2), 219–231.

Haering, C., & Kiesel, A. (2012). Mine is earlier than yours: Causal beliefs influence the perceived time of action effects. *Frontiers in Psychology, 3*, 393.

Hancock, P. A., & Rausch, R. (2010). The effects of sex, age, and interval duration on the perception of time. *Acta Psychologica, 133*(2), 170–179.

Heed, T., Backhaus, J., & Röder, B. (2012). Integration of hand and finger location in external spatial coordinates for tactile localization. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance, 38*(2), 386–401.

Hermosillo, R., Ritterband-Rosenbaum, A., & van Donkelaar, P. (2011). Predicting future sensorimotor states influences current temporal decision making. *The Journal of Neuroscience, 31*(27), 10019–10022.

Hilkenmeier, F., Olivers, C. N. L., & Scharlau, I. (2012). Prior entry and temporal attention: Cueing affects order errors in RSVP. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 38*(1), 180–190.

Hillyard, S. A., & Anllo-Vento, L. (1998). Event-related brain potentials in the study of visual selective attention. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 95*(3), 781–787.

Hirsh, I. J., & Sherrick, C. E., Jr. (1961). Perceived order in different sense modalities. *Journal of Experimental Psychology, 62*(5), 423–432.

Hodsoll, S., Viding, E., & Lavie, N. (2011). Attentional capture by irrelevant emotional distractor faces. *Emotion, 11*(2), 346–353.

Hopfinger, J. B., & West, V. M. (2006). Interactions between endogenous and exogenous attention on cortical visual processing. *NeuroImage, 31*(2), 774–789.

Huang, S.-L., Chang, Y.-C., & Chen, Y.-J. (2011). Task-irrelevant angry faces capture attention in visual search while modulated by resources. *Emotion, 11*(3), 544–552.

Humes, L. E., Kewley-Port, D., Fogerty, D., & Kinney, D. (2010). Measures of hearing threshold and temporal processing across the adult lifespan. *Hearing Research, 264*(1-2), 30–40.

Ishihara, M., Keller, P. E., Rossetti, Y., & Prinz, W. (2008). Horizontal spatial representations of time: Evidence for the STEARC effect. *Cortex, 44*(4), 454–461.

Jaśkowski, P. (1993). Selective attention and temporal-order judgment. *Perception, 22*(6), 681–689.

Kanabus, M., Szelag, E., Rojek, E., & Pöppel, E. (2002). Temporal order judgement for auditory and visual stimuli. *Acta Neurobiologiae Experimentalis, 62*(4), 263–270.

Kanai, K., Ikeda, K., & Tayama, T. (2007). The effect of exogenous spatial attention on auditory information processing. *Psychological Research, 71*(4), 418–426.

Keetels, M., & Vroomen, J. (2005). The role of spatial disparity and hemifields in audio-visual temporal order judgments. *Experimental Brain Research, 167*(4), 635–640.

Kołodziejczyk, I., & Szelsg, E. (2008). Auditory perception of temporal order in centenarians in comparison with young and elderly subjects. *Acta Neurobiologiae Experimentalis, 68*(3), 373–381.

Kuling, I. A., van Eijk, R. L. J., Juola, J. F., & Kohlrausch, A. (2012). Effects of stimulus duration on audio-visual synchrony perception. *Experimental Brain Research, 221*(4), 403–412.

Kuroki, S., Watanabe, J., Kawakami, N., Tachi, S., & Nishida, S. (2010). Somatotopic dominance in tactile

temporal processing. *Experimental Brain Research, 203*(1), 51–62.

Liang, W., Zhang, J. Y., & Bao, Y. (2015). Gender-specific effects of emotional modulation on visual temporal order thresholds. *Cognitive Processing, 16*, 143–148.

Matthews, N., Welch, L., Achtman, R., Fenton, R., & FitzGerald, B. (2016). Simultaneity and temporal order judgments exhibit distinct reaction times and training effects. *PLoS ONE, 11*(1), e0145926.

McFarland, D. J., Cacace, A. T., & Setzen, G. (1998). Temporal-order discrimination for selected auditory and visual stimulus dimensions. *Journal of Speech, Language, and Hearing Research, 41*, 300–314.

Miyazaki, M., Kadota, H., Matsuzaki, K. S., Takeuchi, S., Sekiguchi, H., Aoyama, T., & Kochiyama, T. (2016). Dissociating the neural correlates of tactile temporal order and simultaneity judgements. *Scientific Reports, 6*, 23323.

Olatunji, B. O., Ciesielski, B. G., Armstrong, T., & Zald, D. H. (2011). Emotional expressions and visual search efficiency: Specificity and effects of anxiety symptoms. *Emotion, 11*(5), 1073–1079.

Ouellet, M., Santiago, J., Israeli, Z., & Gabay, S. (2010). Is the future the right time? *Experimental Psychology, 57*(4), 308–314.

Pérez, A., Penton, L. G., & Valdes-Sosa, M. (2008). Rightward shift in temporal order judgements in the wake of the attentional blink. *Psicologica, 29*, 35–54.

Pérez, A., García, L., Valdés-Sosa, M., & Jaśkowski, P. (2011). Influence of the learnt direction of reading on temporal order judgments. *Psychology, 2*(2), 103–108.

Poliakoff, E., Shore, D. I., Lowe, C., & Spence, C. (2006). Visuotactile temporal order judgments in ageing. *Neuroscience Letters, 396*(3), 207–211.

Pöppel, E., & Artin, T. T. (1988). *Mindworks: Time and conscious experience*. Boston: Harcourt Brace Jovanovich.

Roberts, R. D., & Humphreys, G. W. (2008). Task effects on tactile temporal order judgments: When space does and does not matter. *Journal of Experimental Psychology. Human Perception and Performance, 34*(3), 592–604.

Sambo, C. F., Torta, D. M., Gallace, A., Liang, M., Moseley, G. L., & Iannetti, G. D. (2013). The temporal order judgement of tactile and nociceptive stimuli is impaired by crossing the hands over the body midline. *Pain, 154*(2), 242–247.

Santiago, J., Lupiáñez, J., Pérez, E., & Funes, M. J. (2007). Time (also) flies from left to right. *Psychonomic Bulletin & Review, 14*(3), 512–516.

Schicke, T., & Röder, B. (2006). Spatial remapping of touch: Confusion of perceived stimulus order across hand and foot. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 103*(31), 11808–11813.

Seibold, V. C., Fiedler, A., & Rolke, B. (2011). Temporal attention shortens perceptual latency: A temporal prior entry effect. *Psychophysiology, 48*(5), 708–717.

Setti, A., Finnigan, S., Sobolewski, R., McLaren, L., Robertson, I. H., Reilly, R. B., … Newell, F. N. (2011). Audiovisual temporal discrimination is less efficient with aging: An event-related potential study. *Neuroreport, 22*(11), 554–558.

Shore, D. I., Gray, K., Spry, E., & Spence, C. (2005). Spatial modulation of tactile temporal-order judgments. *Perception, 34*(10), 1251–1262.

Shore, D. I., Spence, C., & Klein, R. M. (2001). Visual prior entry. *American Psychological Society, 12*(3), 205–212.

Spence, C., Baddeley, R., Zampini, M., James, R., & Shore, D. I. (2003). Multisensory temporal order judgments: When two locations are better than one. *Perception & Psychophysics, 65*(2), 318–328.

Spence, C., & Parise, C. (2010). Prior-entry: A review. *Consciousness and Cognition, 19*(1), 364–379.

Spence, C., Shore, D. I., & Klein, R. M. (2001). Multisensory prior entry. *Journal of Experimental Psychology: General, 130*(4), 799–832.

Stetson, C., Cui, X., Montague, P. R., & Eagleman, D. M. (2006). Motor-sensory recalibration leads to an illusory reversal of action and sensation. *Neuron, 51*(5), 651–659.

Stone, J. V., Hunkin, N. M., Porrill, J., Wood, R., Keeler, V., Beanland, M., … Porter, N. R. (2001). When is now? Perception of simultaneity. *Proceedings of the Royal Society B: Biological Sciences, 268*(1462), 31–38.

Szymaszek, A., Sereda, M., Pöppel, E., & Szelag, E. (2009). Individual differences in the perception of temporal order: The effect of age and cognition. *Cognitive Neuropsychology, 26*(2), 135–147.

Szymaszek, A., Szelag, E., & Sliwowska, M. (2006). Auditory perception of temporal order in humans: The effect of age, gender, listener practice and stimulus presentation mode. *Neuroscience Letters, 403*(1-2), 190–194.

Truong, G., Roberts, K. H., & Todd, R. M. (2017). I saw mine first: A prior-entry effect for newly acquired ownership. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 43*(1), 192–205.

Ulbrich, P., Churan, J., Fink, M., & Wittmann, M. (2009). Perception of temporal order: The effects of age, sex, and cognitive factors. *Aging, Neuropsychology, and Cognition, 16*(2), 183–202.

Ulrich, R. (1987). Threshold models of temporal-order judgments evaluated by a ternary response task. *Perception & Psychophysics, 42*(3), 224–239.

van Eijk, R. L. J., Kohlrausch, A., Juola, J. F., & van de Par,

S. (2008). Audiovisual synchrony and temporal order judgments: Effects of experimental method and stimulus type. *Perception & Psychophysics, 70*(6), 955–968.

van Kesteren, M. T. R., & Wiersinga-Post, J. E. C. (2007). Auditory temporal-order thresholds show no gender differences. *Restorative Neurology and Neuroscience, 25*(2), 119–122.

Vroomen, J., Keetels, M., De Gelder, B., & Bertelson, P. (2004). Recalibration of temporal order perception by exposure to audio-visual asynchrony. *Cognitive Brain Research, 22*(1), 32–35.

Wada, M., Yamamoto, S., & Kitazawa, S. (2004). Effects of handedness on tactile temporal order judgment. *Neuropsychologia, 42*(14), 1887–1895.

West, G. L., Anderson, A. A. K., & Pratt, J. (2009). Motivationally significant stimuli show visual prior entry: Evidence for attentional capture. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance, 35*(4), 1032–1042.

Wittmann, M., & Szelag, E. (2003). Sex differences in perception of temporal order. *Perceptual & Motor Skills, 96*(1), 105–112.

Yarrow, K., Jahn, N., Durant, S., & Arnold, D. H. (2011). Shifts of criteria or neural timing? The assumptions underlying timing perception studies. *Consciousness and Cognition, 20*(4), 1518–1531.

Yates, M. J., & Nicholls, M. E. R. (2009). Somatosensory prior entry. *Attention, Perception, & Psychophysics, 71*(4), 847–859.

Yates, M. J., & Nicholls, M. E. R. (2011). Somatosensory prior entry assessed with temporal order judgments and simultaneity judgments. *Attention, Perception & Psychophysics, 73*, 1586–1603.

Zampini, M., Bird, K. S., Bentley, D. E., Watson, A., Barrett, G., Jones, A. K., & Spence, C. (2007). "Prior entry" for pain: Attention speeds the perceptual processing of painful stimuli. *Neuroscience Letters, 414*(1), 75–79.

Zampini, M., Guest, S., Shore, D. I., & Spence, C. (2005). Audio-visual simultaneity judgments. *Perception & Psychophysics, 67*(3), 531–544.

Zampini, M., Shore, D. I., & Spence, C. (2003). Multisensory temporal order judgments: The role of hemispheric redundancy. *International Journal of Psychophysiology, 50*, 165–180.

Zampini, M., Shore, D. I., & Spence, C. (2005). Audiovisual prior entry. *Neuroscience Letters, 381*(3), 217–222.

Influencing factors and thought of temporal order perception

PAN Li; HUANG Xiting

(*Faculty of Psychology, Southwest University, Chongqing 400715, China*)

Abstract: Temporal order perception is the perception of the simultaneity, successiveness and order of events in a few milliseconds to hundreds of milliseconds. The exploration of the influencing factors of temporal order perception can be divided into two research orientations: bottom-up and top-down. The bottom-up study explored the effects of stimulus properties, the biological characteristics of the subjects, and measuring methods on temporal order perception. And the top-down study explored the effects of the causal beliefs, emotions and culture on temporal order perception. In the future, it is necessary to combine the behavioral and neuroscience techniques, explore the two processes of temporal order perception to examine whether they are separated or simultaneous, and reveal the brain area that controls timing processing.

Key words: temporal order perception; bottom-up processing; top-down processing